

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-332593

(43)Date of publication of application : 30.11.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/66
G01R 1/06
G01R 31/302
G21K 1/04
G21K 1/087
G21K 5/04
H01J 37/147
H01J 37/28

(21)Application number : 2000-152757

(71)Applicant : ADVANTEST CORP

(22)Date of filing : 19.05.2000

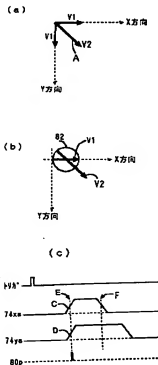
(72)Inventor : KURIHARA MASAYUKI

(54) CHARGED PARTICLE BEAM TEST DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a charged particle beam test device which can generate a pulse beam of shorter pulse width Pw using the structure of an existing lens-barrel section as it is.

SOLUTION: The charged particle beam test device comprises an X deflection means, a Y deflection means, and an aperture wherein the X deflection means deflects a charged particle beam in the X direction at a highest slew rate applicable to the charged particle beam test device. The Y deflection means deflects the charged particle beam in the Y direction orthogonal to the X direction at a highest slew rate applicable to the charged particle beam test device. A pulse beam is generated such that the slew rate periods of the X deflection means and the Y deflection means overlap and the charged particle beam is deflected at a rate higher by a factor of $\sqrt{2}$ to generate a pulse beam having such a pulse width as the time required for passing through the aperture is substantially shortened by a factor of $1/\sqrt{2}$.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-332593

(P2001-332593A)

(43) 公開日 平成13年11月30日 (2001.11.30)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-グ-ト [*] (参考)		
H 0 1 L	21/66	H 0 1 L	21/66	C	2 G 0 1 1
G 0 1 R	1/06	G 0 1 R	1/06	F	2 G 0 3 2
	31/302	G 2 1 K	1/04	S	4 M 1 0 6
G 2 1 K	1/04		1/087	D	5 C 0 3 3
	1/087		5/04	E	9 A 0 0 1
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁) 最終頁に続く					

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-152757 (P2000-152757)

(22) 出願日 平成12年5月19日 (2000.5.19)

(71) 出願人 390005175

株式会社アドバンテスト

東京都練馬区旭町1丁目32番1号

(72) 発明者 栗原 正行

東京都練馬区旭町1丁目32番1号 株式会社
アドバンテスト内

Fターム (参考) 2G011 AA01 AC06

2C032 AB01 AB04 AE11 AF00 AF07
AF084M106 AA01 AA02 BA02 BA14 DE04
DE06 DE09 DE18

5C033 FF03 TT02

9A001 BB02 BB04 BB05 DD07 JJ45
JJ73 KK37 KK54 LL05

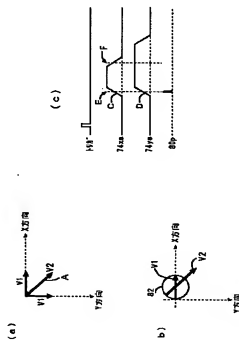
(54) 【発明の名称】 荷電粒子線試験装置

(57) 【要約】

【課題】 現有の鏡筒部の構造はそのまま、更に短いパルス幅 Pw のパルスビームが発生可能な荷電粒子線試験装置を提供する。

【解決手段】 X偏向手段と、Y偏向手段と、アパーチャとを備え、X偏向手段は荷電粒子線試験装置が適用可能な最高スルーレートで上記荷電粒子線をX方向へ偏向し、Y偏向手段は荷電粒子線試験装置が適用可能な最高スルーレートで上記荷電粒子線を上記X偏向手段とは直交するY方向へ偏向し、上記X偏向手段と上記Y偏向手段によるスルーレート期間が重複するように発生させて、上記荷電粒子線を $\sqrt{2}$ 倍の速度で偏向させ、上記開口孔を通過する時間を実質的に $1/\sqrt{2}$ 倍に短縮させたパルスビームのパルス幅を生成して出力する荷電粒子線試験装置。

(図3)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 X 偏向手段と、Y 偏向手段と、アパーチャとを備えて、連続的に発生される荷電粒子線を該 X 偏向手段と該 Y 偏向手段とで偏向して該アパーチャへ照射し、当該アパーチャの中央部に形成されている微細な開口孔を通過した荷電粒子線をパルスビームとして発生する荷電粒子線試験装置において、

X 偏向手段は荷電粒子線試験装置が適用可能な最高スルーレートで該荷電粒子線を X 方向へ偏向し、

Y 偏向手段は荷電粒子線試験装置が適用可能な最高スルーレートで該荷電粒子線を該 X 偏向手段とは直交する Y 方向へ偏向し、

該 X 偏向手段と該 Y 偏向手段によるスルーレート期間が重複するように発生させて、該荷電粒子線を $\sqrt{2}$ 倍の速度で偏向させ、該開口孔を通過する時間を実質的に $1/\sqrt{2}$ 倍に短縮させたパルス幅となるパルスビームを生成して出力し、

以上を具備していることを特徴とする荷電粒子線試験装置。

【請求項 2】 該 X 偏向手段と該 Y 偏向手段の少なくとも一方の偏向手段において、最高スルーレートに対して段階的若しくは連続的に低減なスルーレートとなるようにスルーレート波形を偏向制御して、発生するパルスビームのパルス幅を段階的に若しくは連続的に可変可能とすることを特徴とする請求項 1 記載の荷電粒子線試験装置。

【請求項 3】 該 X 偏向手段と該 Y 偏向手段の少なくとも一方の偏向手段におけるスルーレート波形の駆動回路において、少なくとも一方の駆動回路に可変遅延回路若しくはオフセット付回路を備えて、X、Y 両者のスルーレート波形の発生タイミングを微調整可能にして、該アパーチャの中央部にある開口孔を荷電粒子線が通過するように制御することを特徴とする請求項 1 記載の荷電粒子線試験装置。

【請求項 4】 該 X 偏向手段と該 Y 偏向手段から所定のスルーレート波形を発生させて該アパーチャ上を走査して、開口孔を通過するスルーレートの波形条件、若しくはタイミング条件、若しくは波形条件とタイミング条件とを予め求めておき、これに基づいてパルスビームを発生させることを特徴とする請求項 1 記載の荷電粒子線試験装置。

【請求項 5】 荷電粒子線は電子ビームであることを特徴とする請求項 1 記載の荷電粒子線試験装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、被試験デバイス(DUT)のチップ上へ荷電粒子線を照射して内部回路動作の解析をする荷電粒子線試験装置に関する。特に、DUTへ照射する荷電粒子線のパルスビームのパルス期間(パルス幅)を一層短縮可能に発生可能とするパルス

ビーム発生装置を備える荷電粒子線試験装置に関する。

【0002】

【従来の技術】尚、ここでは荷電粒子線としては電子ビームを使用する具体例として以下に説明する。図 1 に荷電粒子線試験装置の概念構成図を示す。図 1 の構成例ではストロボ方式のパルスビーム発生装置 70 の一例であって、ビーム偏向とチョッピングアパーチャとによってパルス状の電子ビーム(パルスビーム)を発生する方式である。この方式では電子銃から発生する連続的な電子流を所定に集束した後、例えば数十ピコ秒〜数百ピコ秒以上の任意の所定短期間のパルスビームを出力することができる。

【0003】パルスビーム発生装置 70 は所定のストロポタイミングのパルスビームを発生するものであって、この要部構成要素は、電子銃部 72 と、X 偏向器 74 x と、Y 偏向器 74 y と、アパーチャ(Aperture) 80 と、偏向信号発生器 90 とを備える。このパルスビーム発生装置 70 は、LSI テスタ 200 側から供給されるトリガ信号 51 により起動され、所定のストロボタイミングとなるように順次所定単位の位相遅延した X、Y 偏向信号を供給してパルスビームを発生する。

【0004】電子銃部 72 は、連続的な所定速度の電子流を発生し、電子ビームを集束レンズで所定ビームに集束加速した電子ビーム 72 b を、図 2(a) に示すように、X 偏向器 74 x、Y 偏向器 74 y の中心部を通過するように供給する。

【0005】一方の X 偏向器 74 x は、図 2(a) に示すように、上記電子ビーム 72 b を受けて、直交する X、Y 方向における一方の X 方向に偏向した電子ビームを出力する。他方の Y 偏向器 74 y は、上記 X 偏向した電子ビームを受けて、直交する X、Y 方向の他方の Y 方向に偏向した電子ビーム 74 b を出力する。これによれば、直下のアパーチャ 80 へ所望に偏向した連続的な電子ビーム 74 b が照射される。

【0006】アパーチャ 80 は、チョッピング・アパーチャとも呼ばれ、中央部に微細な開口孔 82、例えば $10\mu\text{m}$ の丸孔が形成され、且つ所定電圧にバイアスされた薄い金属の平板電極であり、当該電極に当たった電子ビームは吸収される。上記で X、Y 方向に偏向された連続的な電子ビーム 74 b を受けて、当該開口孔 82 を通過できた電子ビームのみが、下面側へ通過してパルスビーム 80 p として出力される。

【0007】偏向信号発生器 90 は、X 偏向信号 74 x s 波形と Y 偏向信号 74 y s の波形が図 2(c) の波形例であると仮定したとき、第 1 に、立ち上がりスロープ(図 2C 参照)では往路軌跡 A(図 2A 参照)が開口孔 82 を通過するように Y 偏向信号 74 y s の電圧レベルを制御し、第 2 に、立ち下がりスロープ(図 2E 参照)では復路軌跡 B(図 2B 参照)を通過するように Y 偏向信号 74 y s の電圧レベルを制御する。具体的には、X

偏向信号74xsの波形は所定のスロープ(図2C参照)の波形を発生してX偏向器74xへ印加し、Y偏向信号74ysはステップ的な2値電圧波形(図2D、F参照)を発生してY偏向器74yへ印加する。

【0008】ところで、図2(a)に示すように、開口孔82を通過して出力するパルスビーム80pのパルス幅Pwは、X偏向信号74xsの波形の立ち上がりスロープの傾きに比例する。即ち、図2(d)の開口孔82の拡大図を示すように、開口孔82の直径区間を通過する時間T1でパルス幅Pwが決まる。従って、最も短いパルス幅Pwのパルスビーム80pの発生条件は、パルスビーム発生装置70の出力段でX偏向信号74xsを駆動するドライバの最高スルーレートと、更に、対向配設されているX偏向器74xの等価静電容量と、これに接続している接続線路長のチャイル成分に伴うスルーレートの鈍りと、による限界条件がある。上記限界条件に伴って、従来では、例えば30ピコ秒以下のパルスビーム80pの発生は不可能である。尚、逆に、数十ナノ秒以上の低速なパルス幅とするパルスビーム80pの発生方法は、開口孔82の中心上で一時停止するようにX偏向信号74xsの発生波形を制御することで容易に実現される。尚、X偏向信号74xsを駆動するドライバとしては、最高スルーレートで発生可能な高速ドライバと、前記以外の中速以下のスルーレートで足りる中速ドライバとの両ドライバを備え、両者を切り替えて使用する偏向信号発生器90を備えた荷電粒子線試験装置もある。

【0009】ところで、アパーチャ80の開口孔82の中心を電子ビームが通過するXY電圧レベルの設定条件は経時変化、その他で変動するので、一般には、XY方向に既知の電圧レベルで走査(スキャン)して開口孔82の位置を特定するキャリブレーションを行って設定条件を更新している。これにより常に、パルスビームの正確な発生制御は可能である。

【0010】本願に係る偏向信号発生器90は、ストロボ方式でパルスビームを発生する為に、図2(a)に示すように、LSIテスト200からのトリガ信号51を基準タイミングとして受けて、このタイミングに対して微小単位時間を移動させるサンプリング信号を内部で発生し、これに基づいて所定振幅、スルーレートの偏向電圧信号を発生出力する。この出力の中で、X方向の偏向に使用される信号をX偏向信号74xsとし、Y方向の偏向に使用される信号をY偏向信号74ysとする。この両偏向信号を対応するX偏向器74x、Y偏向器74yへ供給する。

【0011】尚、パルスビーム発生装置70から発生されるパルスビーム80pは対物レンズ62とXY偏向装置64とにより所定のビームスポット径で被試験デバイスDUTの照射部位へ照射され、当該部位から発生する2次電子の中でエネルギーフィルタ66を通過してきた2次電子が2次電子検出器8で電気信号として検出さ

れて、1回分のサンプリングデータとして取得される。このとき、DUTの各IC端子へはLSIテスト200から、トリガ信号51に同期した繰り返し試験信号がテストヘッド250介して印加されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上述説明したように従来技術においては、偏向信号発生器90が備えるドライバの適用し得る最高スルーレートや、適用し得るX偏向器74xの接続線路系の減衰特性改善には限界がある。この結果、更なる短いパルス幅Pw、例えば30ピコ秒以下のパルスビーム80pの発生を実現することは実用的に困難な状況にある。一方で、より高分解能なサンプリング条件で試験したいデバイスやアプリケーションの要求がある。そこで、本発明が解決しようとする課題は、現有の鏡筒部の構造はそのままで、更に短いパルス幅Pwのパルスビームが発生可能な荷電粒子線試験装置を提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】第3図は、本発明に係る解決手段を示している。第1に、上記課題を解決するために、X偏向手段(例えばX偏向器74x)と、Y偏向手段(例えばY偏向器74y)と、アパーチャ80とを備えて、連続的に発生される荷電粒子線(例えば電子ビーム)を前記X偏向手段と前記Y偏向手段とで偏向して前記アパーチャ80へ照射し、当該アパーチャ80の中央部に形成される微細な開口孔82を通過した荷電粒子線をパルスビーム80pとして発生し、これを所定に被試験デバイス(EUT)に照射して試験を行う荷電粒子線試験装置において、X偏向手段は荷電粒子線試験装置が適用可能な最高スルーレートで上記荷電粒子線をX方向へ偏向し、Y偏向手段は荷電粒子線試験装置が適用可能な最高スルーレートで上記荷電粒子線を上記X偏向手段とは直交するY方向へ偏向し、上記X偏向手段と上記Y偏向手段によるスルーレート期間が重複するように発生させて、上記荷電粒子線を $\sqrt{2}$ 倍の速度で偏向させ、上記開口孔82を通過する時間を実質的に $1/\sqrt{2}$ 倍に短縮させたパルス幅Pwとなるパルスビーム80pを生成して出力し、以上を具備していることを特徴とする荷電粒子線試験装置である。上記発明によれば、現有の鏡筒部の構造はそのままで、更に短いパルス幅Pwのパルスビームが発生可能な荷電粒子線試験装置が実現できる。

【0014】また、上記X偏向手段と上記Y偏向手段の少なくとも一方の偏向手段において、最高スルーレートに対して段階的若しくは連続的に低速なスルーレートとなるように偏光器を駆動するスルーレート波形を偏角制御して、発生するパルスビームの幅Pwを段階的に若しくは連続的に可変可能とすることを特徴とする上述荷電粒子線試験装置がある。

【0015】また、上記X偏向手段と上記Y偏向手段の

少なくとも一方の偏向手段におけるスルーレート波形の駆動回路において、少なくとも一方の駆動回路に可変遅延回路若しくはオフセット付与回路を備えて、X、Y両者のスルーレート波形の発生タイミングを微調整可能にして、上記アパーチャ80の中央部にある開口孔82を荷電粒子線が通過するように制御することを特徴とする上述荷電粒子線試験装置がある。

【0016】また、上記X偏向手段と上記Y偏向手段から所定のスルーレート波形を発生させて上記アパーチャ80上を走査して、開口孔82を通過するスルーレートの波形条件、若しくはタイミング条件、若しくは波形条件とタイミング条件と、を予め求めておき、これに基づいてパルスビームを発生させることを特徴とする上述荷電粒子線試験装置がある。

【0017】また、荷電粒子線は電子ビームであることを特徴とする上述荷電粒子線試験装置がある。

【0018】

【発明の実施の形態】以下に本発明を適用した実施の形態の一例を図面を参照しながら説明する。また、以下の実施の形態の説明内容によって特許請求の範囲を限定するものではないし、更に、実施の形態で説明されている要素や接続関係が解決手段に必須であるとは限らない。

【0019】本発明について、図3を参照して以下に説明する。尚、荷電粒子線試験装置の装置構成は図1に示す従来構成と同様だが、偏向信号発生器90の機能が異なる。

【0020】本願の偏向信号発生器90では、最高スルーレートで偏向可能なドライバをX、Yの両方向に対して備える。更に、出力するX偏向信号74xsとY偏向信号74ysとの発生タイミングを所望に制御可能にする。

【0021】先ず、偏向速度の高速化の実現について図3(a)と(b)とを参照して説明する。ここで、X、Y両方共に、最高スルーレートで偏向した偏向偏向速度をV1と仮定する。従来では、X方向のみの偏向であるからして、出力される電子ビーム74bの偏向速度はV1のままである。一方、本願ではX方向に対してV1の偏向速度であり、Y方向に対してもV1の偏向速度であるからして、両者の合成偏向速度は $V1 \times \sqrt{2}$ の速度(図3A参照)となる。即ち従来よりも1.41倍の偏向速度で電子ビーム74bが偏向されることとなる。上記の結果、図3(b)に示すように、アパーチャ80の開口孔82を通過する時間は $1/\sqrt{2}$ に短縮される。従って、従来と同一条件の最高スルーレートのドライバを2系統用いて、更に $1/\sqrt{2}$ に短縮されたパルスビーム80pが発生可能となる大きな利点が得られる。例えば、従来が30ピコ秒のパルス幅の発生であったものが、本願では $30/\sqrt{2} = 21$ ピコ秒のパルス幅の発生が実現される大きな利点が得られる。

【0022】次に、上記を実現するX偏向信号74xs

とY偏向信号74ysとの発生タイミングの条件について図3(c)を参照して説明する。ここで、予めキャリブレーションの実施により、図3Eのタイミング位置の両偏向電圧のときにアパーチャ80の開口孔82の中心を通過するように正確に設定制御されているものとする。X偏向信号74xsとY偏向信号74ysは最高スルーレートの立ち上がり波形を発生する。両波形の立ち上がりにおける図3Eのタイミング位置ではパルスビーム80pが出力される。他方の図3Eのタイミング位置では他方のY偏向信号74ysの電圧レベルが異なる為、開口孔82の中心を通過することは無い。

【0023】上述発明構成によれば、X、Yの両方向に対して最高スルーレートの立ち上がり波形を発生させ、両者の偏向によって電子ビーム74bの偏向速度は $\sqrt{2}$ となる結果、従来よりも実質的に $1/\sqrt{2}$ の短いパルス幅Pwのパルスビームが発生可能となる大きな利点が得られる。

【0024】尚、本発明の技術的思想は、上述実施の形態の具体構成例、接続形態例に限定されるものではない。更に、本発明の技術的思想に基づき、上述実施の形態を適宜変形して応用してもよい。例えば、上述実施例において、電子ビームのスポット径を小さくする為に、X、Y両偏光器の通過すると光軸中心であることが求められるので、X、Y両偏光器の間に1段レンズを備えても良い。また、上述では偏向信号発生器90が備える最高スルーレートの波形でX、Y両偏光器を駆動する具体例であったが、所望により、少なくとも一方のスルーレートを最高スルーレートに対して段階的若しくは連続的に低速なスルーレートとなるように制御して、発生するパルスビームのパルス幅Pwを段階的に若しくは連続的に可変するように構成しても良い。

【0025】また、X、Y両偏光器を駆動する偏向信号発生器90の少なくとも一方の駆動回路に可変遅延回路を備えて両者のスルーレートの発生するタイミングを微調整可能にして、開口孔82の中央を通過するように制御することが望ましい。また、X、Y両偏光器を駆動する偏向信号発生器90の少なくとも一方のスルーレート波形を出力する駆動回路に対して任意のオフセット電圧を付与できるオフセット付与回路を備えて両者のスルーレートの発生するタイミングを微調整可能にして、開口孔82の中央を通過するように制御することが望ましい。また、上記可変遅延回路とオフセット付与回路の両方を備える構成としても良い。

【0026】尚、上述実施例の説明では、電子ビーム照射に適用した具体例で説明していたが、イオンビーム等の荷電粒子ビームにおいても、短いパルス幅Pwのパルスビームが発生可能であり、同様に適用できる。

【0027】

【発明の効果】本発明は、上述の説明内容からして、下記に記載される効果を奏する。上述説明したように本発

明によれば、XYの両偏光器に対して最高スルーレートの立ち上がり波形を発生させてXY両者の偏向を行うことで、電子ビーム74bの偏向速度は最大で $\sqrt{2}$ となる結果、従来よりも実質的に $1/\sqrt{2}$ の短いパルス幅Pwのパルスビームが発生可能な荷電粒子試験装置が実現できる大きな利点が得られる。従って、現状の荷電粒子試験装置を流用して、更なる短いパルス幅Pwのパルスビームが発生可能となる大きな利点が得られる。このことは、近年の高速デバイスを評価する上で、少しでも高分解能が要求される評価解析用途においては、特に有用である。従って本発明の技術的効果は大であり、産業上の経済効果も大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 荷電粒子線試験装置の概念構成図。

【図2】 従来の、電子ビームの偏向とアパーチャとによるパルスビームの生成を説明する概念図とタイミングチャート。

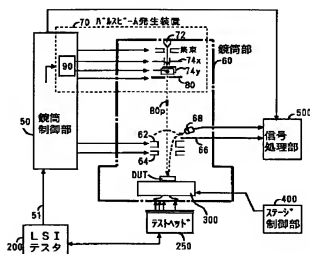
【図3】 本発明の、電子ビームの偏向速度とアパーチャ

とによるパルスビームの生成を説明する概念図とタイミングチャート。

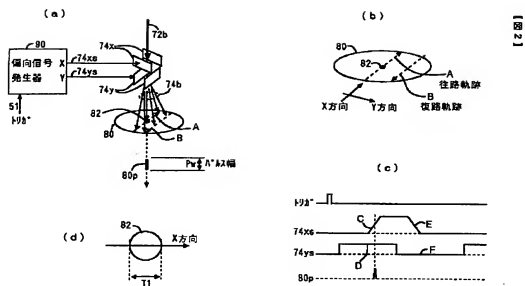
【符号の説明】

- 62 対物レンズ
- 64 XY偏向装置
- 66 エネルギーフィルタ
- 68 2次電子検出器
- 70 パルスビーム発生装置
- 72 電子銃部
- 72b, 74b 電子ビーム
- 74x X偏向器
- 74y Y偏向器
- 80 アパーチャ (Aperture)
- 82 開口孔
- 90 偏向信号発生器
- 200 LSI テスタ
- 250 テストヘッド
- DUT 被試験デバイス

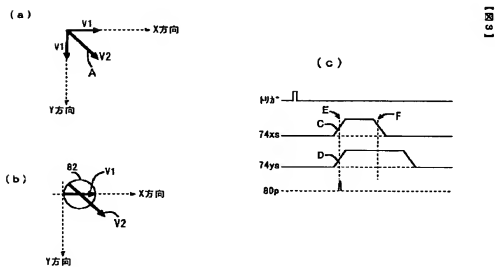
【図1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

G 2 1 K 5/04

H 0 1 J 37/147

37/28

識別記号

F I

H 0 1 J 37/147

37/28

G 0 1 R 31/28

ターマコード (参考)

B

A

L